



Differenzdrucktransmitter für hohen Systemdruck – AMS 3011

In dieser Applikationsnotiz beschreibt AMSYS die neue miniaturisierte Drucktransmitterserie AMS 3011 [1], die auf Siliziummesszellen basiert und die in einer neuen, praktischen Bauform angeboten wird. Anhand dieses Transmitters wird ein Begriff erklärt, der oft übergangen wird und dennoch für viele Anwendungen entscheidend ist: Der Systemdruck.



Abbildung 1: AMS 3011 mit verschiedenen schraubbaren Druckanschlüssen

- [Differenzdruckmessung](#)
- [Bidirektional differentielle Sensoren](#)
- [Systemdruck](#)
- [Anwendungsbeispiele](#)
- [Beschreibung AMS 3011](#)
- [Zusammenfassung](#)

Streng genommen gibt es nur zwei verschiedene Arten von Druckmessung: Absolutdruck- und Differenzdruckmessung. Alle anderen Messarten sind auf diese beiden Methoden zurückzuführen.

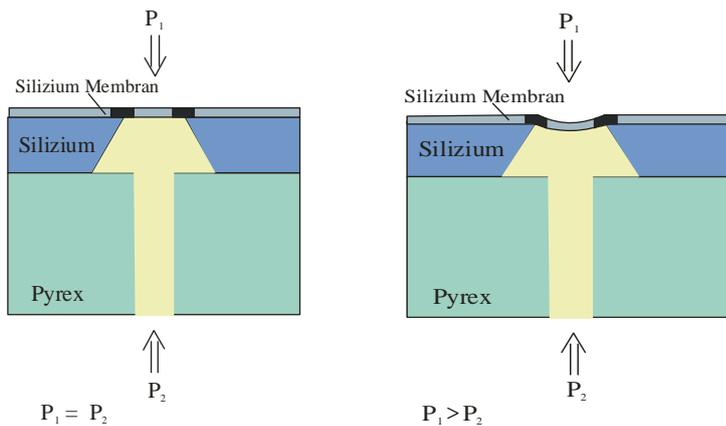
AMSYS GmbH & Co.KG
An der Fahrt 4
D-55124 Mainz

Tel.: +49 6131 469 875 0
Fax: +49 6131 469 875 66
Email: info@amsys.de
Internet: www.amsys.de
Stand: Oktober 2018

Differenzdrucktransmitter für hohen Systemdruck – AMS 3011

Differenzdruckmessung

In der Differenzmessung vergleicht man zwei Drücke P_1 und P_2 , die von außen über das entsprechende Gehäuse an der Unter- und Oberseite der druckempfindlichen Messzelle anliegen. Allgemein gilt: $P_1 \leq P_2$ oder umgekehrt $P_1 \geq P_2$. Bei den meisten Sensoren auf Siliziumbasis gilt die Forderung, dass nur ein Druckverhältnis, also $P_1/P_2 \geq 1$ oder $P_1/P_2 \leq 1$ erfasst und ausgewertet werden kann. Im Allgemeinen wird die Druckmessung mit dieser Einschränkung als Differenzdruckmessung bezeichnet.



In der *Abbildung 2* (links) ist schematisch der Fall $P_1 = P_2$ dargestellt. Die Membran wird nicht deformiert und der Sensor erzeugt bei beiderseitig gleichem Druck kein Ausgangssignal.

Im dem Fall $P_1 > P_2$ (rechts) biegt sich die Silizium-Membran bei Druckbeaufschlagung in Richtung des niedrigeren Druckes und erzeugt in ihren piezoresistiven Brückenwiderständen ein Druck proportionales Ausgangssignal.

$$V_{OUT} = f(P_1 - P_2).$$

Abbildung 2: Membran eines piezoresistiven Messzelle bei Differenzdruck unter der Bedingung $P_1 \geq P_2$

Bidirektional differentielle Sensoren

Über die beschriebenen Differenzmessung hinaus gibt es Anwendungen, bei denen beide Bedingungen $P_1 \leq P_2$ als auch $P_1 \geq P_2$ gefordert sind. (z.B. Be- und Entlüften, Unter- und/oder Überschreiten eines Flüssigkeitsniveaus, Ein- und Ausatmen usw.) Da es für diesen Fall der Differenzdruckmessung keine allgemein anerkannte Bezeichnung gibt, nennt AMSYS Sensoren, die diese Art von Differenzdruck messen können, bidirektional differentielle Drucksensoren. [2] Sie haben also die Eigenschaft Unter- und Überdruck messen zu können und es gilt: $P_1/P_2 \geq 1$ und $P_1/P_2 \leq 1$.

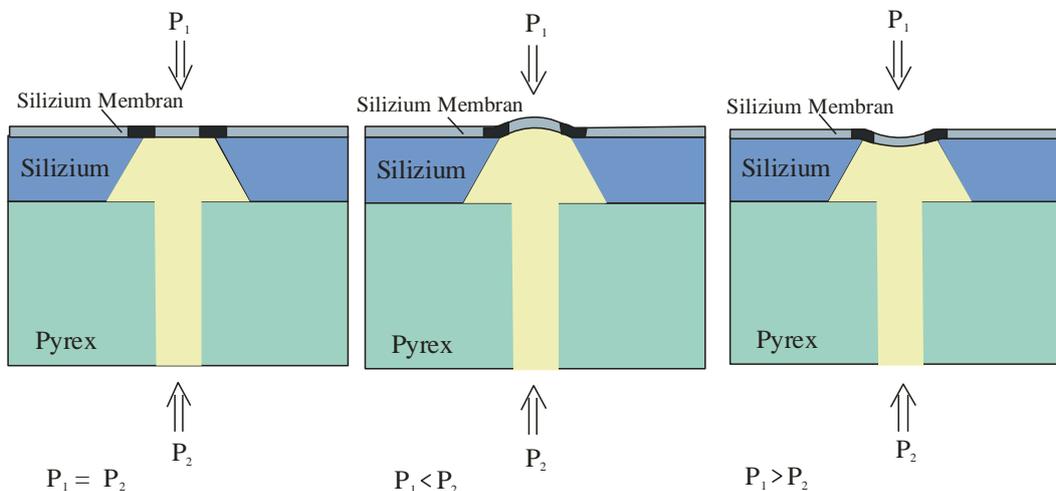


Abbildung 3: Siliziummesszelle bei der Messung eines Differenzdruckes unter den Bedingungen: $P_1 = P_2$, $P_1 < P_2$ und $P_1 > P_2$

Differenzdrucktransmitter für hohen Systemdruck – AMS 3011

In *Abbildung 3* wird schematisch gezeigt, wie man sich die Membranauslenkung der Differenzdruckmesszellen bei Unter- und Überdruck vorzustellen hat. Die Richtungsumkehrung der Membranauslenkung bewirkt ein Vorzeichenwechsel im Ausgangssignal der Messzelle.

Der zu messende Differenzdruck kann bei den Messzellen dieser Sensoren sowohl ein positives als auch ein negatives Vorzeichen haben; d.h. der Druck P_1 an dem Anschlussstutzen Messzellenoberseite kann sowohl größer als auch kleiner sein als der Druck P_2 am Anschlussstutzen Messzellenunterseite und umgekehrt.

Systemdruck (common mode pressure)

Um diesen Begriff zu verdeutlichen, stelle man sich die folgende praktische Anwendung vor (*Abbildung 4*). Man möchte mit Hilfe eines Differenzdrucksensors die Durchlässigkeit eines Filters, der in einem Rohr eingebaut ist [3] überprüfen. Der Sensor ist mit einem Anschluss vor und mit dem anderen Anschluss hinter dem Filter installiert und befindet sich selbst in der Steuerelektronik der Anlage, also in der Umgebungsatmosphäre.

Wenn der Filter neu und durchlässig ist, ist der Druckabfall = Druckunterschied vor und hinter dem Filter gering und das resultierende Messsignal minimal. Wenn der Filter im Laufe der Zeit verstopft, wird die Druckdifferenz größer und das Messsignal nimmt seinen maximalen Wert an.

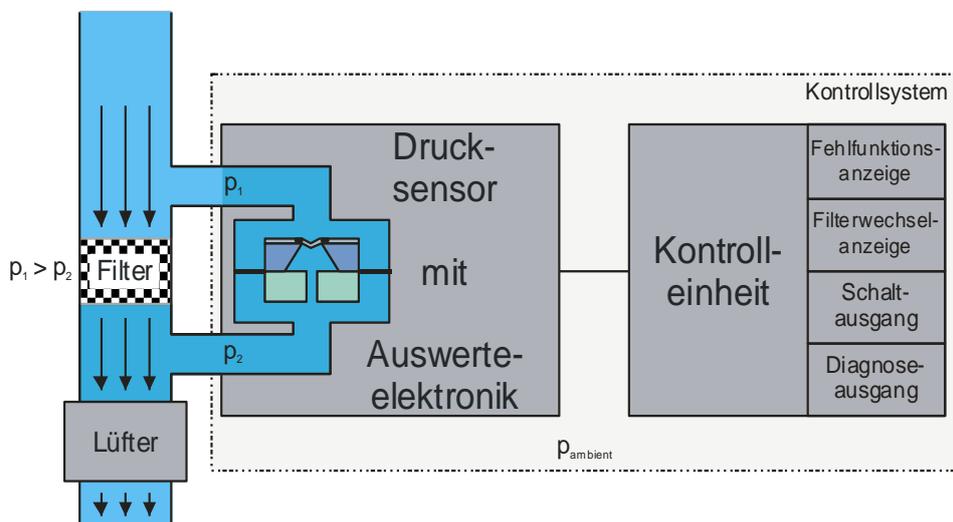


Abbildung 4: Filterkontrolle mit einem Differenzsensor

P_1 sei der Druck vor dem Filter und P_2 der Druck hinter dem Filter. $P_1 = P_2$, wenn kein Filter vorhanden ist oder der Filter vollständig durchlässig ist. In der Regel wird aber $P_1 > P_2$ sein.

Solange sich P_1 und P_2 unwesentlich von P_{ambient} unterscheiden ist die Frage des Systemdrucks nicht relevant. Wenn aber der statische Innendruck des Rohres (P_1, P_2) $> P_{\text{ambient}}$ ist, dann müssen alle druckführenden Teile des Drucksensors diesem Druckunterschied zum Aussendruck standhalten.

Wenn also z.B. in einer pneumatischen Vorrichtung der statische Druck im Rohr $P_1 = 12$ bar ist und der Druckunterschied ΔP über dem Filter z.B. maximal 100 mbar betragen darf, muss ein Differenzdrucksensor ausgewählt werden, der einerseits 100 mbar (Niederdruck) messen kann und andererseits für einen Systemdruck von $12 \text{ bar} - P_{\text{ambient}} = 11$ bar spezifiziert ist. Der Systemdruck ist



Differenzdrucktransmitter für hohen Systemdruck – AMS 3011

also der maximale Druck, der gegen den Außendruck an beiden Druckeingängen eines Drucksensors gleichzeitig angelegt werden kann, ohne dass der Sensor beschädigt wird.

Man muss in Anwendungen mit Systemdruck darauf achten, dass im allgemeinen die Spezifikationen der Differenzsensoren nur für einen Systemdruck = P_{ambient} gegeben sind. Aufgrund der gegebenen Druckmesszellenkonstruktion kann sich bei höheren Systemdrücken ein zusätzlicher Offset einstellen. Dieser ist abhängig von der Größe des Systemdrucks und addiert sich zu dem spezifizierten Offset.

Anwendungsbeispiele



Abbildung 5: Füllstandmessung in einem geschlossenen Drucktank

Aufgrund der Metallkonstruktion und der Rückseitenbeaufschlagung sind die AMS 3011 besonders für kritische Füllstandmessungen in geschlossenen Tanks (*Abbildung 5*) geeignet. Wenn sich z.B. über der Tankflüssigkeit ein Gas bildet, das nicht in die Atmosphäre gelangen darf und dessen Druck folglich überwacht werden muss, bietet sich der Einsatz der beschriebenen Differenzdrucktransmitter an. In diesen Fällen wird der Druck in der Flüssigkeit (hydrostatischer Druck) auf die Rückseite des Sensors appliziert und der Gasdruck wird mit der Vorderseite gemessen. Der Sensor misst die Differenz zwischen dem Druck im Gasraum und dem Druck am Boden des Tanks, der dann bei bekannter Dichte der Flüssigkeit leicht mit Hilfe des Pascal'schen Gesetzes in die Füllhöhe umgerechnet werden kann:

$$P_{\text{hydrost}}(h) = \rho \cdot g \cdot h \text{ (Pa)}$$

Auch wenn die Flüssigkeit im Tank unter Druck gespeichert werden muss (z.B. zur Vermeidung einer chemischen Reaktion), kann die Füllhöhe mit einem solchen Differenzdrucksensor bestimmt werden. In diesem Falle ist der maximale herrschende Druck = Systemdruck die Addition von Gas- und hydrostatischen Druck, der bei dem AMS 3011 mit 16 bar spezifiziert ist.

Beschreibung AMS 3011

Die Transmitter AMS 3011 werden für verschiedene Druckarten wie Absolut- Relativ- und Differenzdruck im Druckbereich von 50 mbar bis 10 Bar beziehungsweise für barometrische Anwendungen von 700 bis 1200 mbar angeboten.

Bidirektional differentiellen Varianten ermöglichen Messungen im Bereich von ± 25 mbar bis ± 1 Bar.

Durch das Metallgehäuse erlauben die Sensoren einen Systemdruck von 16 Bar. Damit können z.B. in einem pneumatischen System geringe differenzielle Druckänderungen bei hohem Leitungsinnendruck gemessen werden.

Die Transmitter im Metallgehäuse können mit verschiedenen industriellen schraubbaren M5-Druckanschlüssen (z.B. Schlauchnippel, Steckschraubverbinder, Schnellsteckverbinder usw.) versehen werden. Der elektrische Anschluss erfolgt auf der Rückseite über einen M5 Sensorstecker. Die Sensoren sind wasser- und staubgeschützt gemäß IP67.



Differenzdrucktransmitter für hohen Systemdruck – AMS 3011

Durch die Rückseitenbeaufschlagung [4] können die Transmitter AMS 3011 auch für Anwendungen eingesetzt werden, bei denen z.B. der Flüssigkeitsdruck gegen Atmosphäre = Füllstandsanzeige gemessen werden muss. Im Gegensatz zu Transmitter mit Ölvorlage können mit dem AMS 3011 auch geringe Füllhöhen (≥ 50 cm) gemessen werden.

Die Transmitter AMS 3011 haben einen analogen 0 - 5 V Ausgang und können in einem weiten Versorgungsbereich von 8 bis 36 V bei -25 bis 85 °C betrieben werden. In einer weiteren Ausführung dieser Sensorensere, verfügt der AMS 3010 über einen 0-10 V Ausgang und der AMS 3012 über einen Stromausgang 4-20 mA.

Zusammenfassung

Am Beispiel einer Filterkontrolleinheit wird der Begriff des Systemdruckes (common mode pressure), der bisweilen auch in Datenblätter vernachlässigt wird, näher erklärt. Dieser Systemdruck ist eine der spezifischen Eigenschaften des AMS 3011. Durch sein Metallgehäuse kann der Sensor selbst bei Messungen von geringen Differenzdrücken (ab 50 mbar) in Anwendungen eingesetzt werden, die einen Systemdruck bis 16 bar erforderlich machen.

Weiterführende Informationen

[1] Produktübersicht und Datenblatt AMS 3011:

<http://www.amsys.de/produkte/drucksensoren/ams-3011-drucksensor-im-metallgehaeuse-mit-spannungsausgang/>

[2] Anwendungsnotiz Differenzielle Druckmessung am Beispiel des Drucktransmitters AMS 4712:

<http://www.amsys.de/downloads/notes/AMS4712-Was-man-ueber-bidirektionale-Differenzdruckmessung-wissen-sollte-AMSYS-505d.pdf>

[3] Anwendungsnotiz Filterüberwachung mit Hilfe des AMS 5105:

<http://www.amsys.de/downloads/notes/AMS5105-Überwachung-von-Filter-und-Belüftungsanlagen-mit-Hilfe-des-Doppelfunktionsensors-AMSYS-520d.pdf>

[4] Anwendungsnotiz Medienkompatibilität AMS 4711:

<http://www.amsys.de/downloads/notes/AMS4711-Medienkompatibler-Drucktransmitter-im-Streichholzschachtelformat-AMSYS-515d.pdf>

Kontakt

AMSYS GmbH & Co. KG
An der Fahrt 4
55124 Mainz
Deutschland

Telefon: +49 (0) 6131/469 875 0
Telefax: +49 (0) 6131/469 875 66
E-Mail: info@amsys.de
Internet: <http://www.amsys.de>